

区分 I : 学術大型研究計画（新規計画）の応募フォーム
(<https://form.cao.go.jp/scj/opinion-0039.html>)

1 : 学術研究領域の選択

大気・水圏科学(24-1)

2 : 計画タイトル（日本語）（37 字/80 字以内）

日本周辺海域を網羅する高密度観測網と同化プロダクトによる沿岸海洋科学の重点化

3 : 計画の英文タイトル（16 語/30 語以内）

Prioritization of coastal ocean sciences by data assimilation products using intensive observation network around Japan Islands

4 : 計画の概要（800 字/800 字以内）

浅海域の海況(水温・塩分・海流分布)は、気象や外洋の変動に応じて一日以下から十数日で変動する。そのため、戦前から今に続く月一度の定線観測体制は、沿岸海況の解析に全く不十分である。さらに、漁業や海運に利用価値の高い沿岸海域を観測で占有することは難しく、長期間の定点観測データも、ほとんど蓄積されていない。このような海況データの貧弱さは、沿岸海域における海洋学の発展を阻む重い足枷であった。例えば、我々は現代においてなお、瀬戸内海における季節別の海流分布図すら描くことができない。あるいは、3.11 の原発事故後に放射性核種が海洋放出された事態に際し、我々には、沿岸海域での拡散を速報する力量がなかった。貧弱な海況データの影響は、これを基盤とする海洋化学・生物学を含む沿岸海洋学全般に波及する。あるいは、汚染物資の拡散予測のみならず、流木等の大型浮遊物や海難者の漂流予報など、緊急性を要する社会的要請に、現代海洋学は十分に答えることができない。

我々は、海洋学コミュニティが総力を上げて取り組む本研究計画によって、この局面を一気に打開したい。本研究計画では、プロファイリング・フロート等の漂流型自動観測ロボットを沿岸漁業と共存できるほどに小型化し、実海域に多数展開する。また、全長 35,000 km に及ぶ我が国の沿岸海域を、海岸設置の海洋レーダーで網羅し、海面流速分布を常時監視する。JAXA が計画中の高解像度衛星海面高度計「COMPIRA」も積極活用したい。そして、これら高密度かつ膨大なデータ群を利用して誤差を自律的に軽減する、海洋循環数値モデルの海況データ(同化プロダクト)を、我が国の全沿岸海域において、格子幅 100m 程度の超高解像度で提供する。本研究計画は、時々刻々と変化する沿岸海況情報を、インターネットを通して研究者や関連機関に届け、そして、ありのままの沿岸海域が机上で観測できる未来を創出する。

5 : 学術的な意義（800 字/800 字以内）

気象予報のように海況を予報することは海洋研究者の夢であった。ここにおいて我々は、同化プロダクトを初期値に用いることで、沿岸海況の数値予報に挑戦できる。境界条件となる気象予報データの精度を考えれば、週程度の短期予報は現実的である。黒潮や対馬暖流の一部が分岐し

て、沿岸に暖水と急流をもたらす「急潮」は、数日で漁海況を一変させる海の台風と呼ぶべき突発現象である。これまで不可能であった急潮予報も、本研究計画の中で実現できる。さらに、海況と気象の予報が、赤潮予報を含む沿岸生態系の数値予報に発展することは、海洋物理学と海洋生態学の自然な連携である。

同化プロダクトは、沿岸海況の長期変動予測にも道を拓く。総じて沿岸海域は、外洋変動に対し単純に線形に応答するわけではない。たとえ温暖化が進行して外洋で水温や水位が上昇しても、沿岸海域の水温や水位が、そのまま追従するとは限らない。ましてや、物理環境の変化に伴う生態系の未来など簡単には予測できない。温暖化後の沿岸海域は、温暖化研究といった人類が総力を上げて完成を急ぐパズルにおいて、残された重要なピースなのである。外洋変動の沿岸海域への波及を解析するにあたり、同化プロダクトは威力を発揮する。多くの研究者が、気候変動に対する沿岸海域の応答問題に挑戦を始めるだろう。

そもそも、沿岸海域の物理過程は、その多くが既存観測体制では解像できない小さな時空間規模を持つ。河川水はどのように海に広がるのだろうか。沿岸海域の密度成層構造は、どのように形成され、そして破壊されるのだろうか。これら単純な問いかけは、実のところ、海洋物理学における未解明の重要テーマなのである。我々が既存観測体制で見えてきたものは、画素の粗いブラウン管を通した沿岸海域の姿に過ぎない。高密度な観測網と同化プロダクトによってハイビジョン化された沿岸海況の描像は、多くの未解明の問題に解決の糸口を与えるだろう。

6：国内外の研究動向と当該計画の位置付け（497字/500字以内）

現在、海流に運ばれつつ、自律昇降する際に水温・塩分を測定する約 3500 基のプロファイリング・フロートが、外洋の三次元的な海況情報を時々刻々と配信している。また、衛星海面高度計は全球の海面水位を日々計測している。これらのデータを用いた同化プロダクトは世界中で運用が始まり、我が国でも JCOPE2 (JAMSTEC) や DREAMS (九州大)、あるいは MOVE (気象研究所) などが提供されるに至った。ところが、プロファイリング・フロートは水深 1000m 以浅では運用できず、また、衛星海面高度計の解像度は沿岸海域には粗すぎる。本研究計画では、これら既存の観測技術を沿岸海域に適合させ、さらに、陸に近い沿岸海域の特性を利用した海洋レーダー網の構築でもって、超高解像度の沿岸海況同化プロダクトを作成する。沿岸海域でのプロダクトには EU の MyOcean などがあるが、全てが既存の粗い観測網に立脚しており、海況情報の貧弱さは全く解消されていない。同化プロダクトを観測値のように扱う気象研究や、そうなりつつある外洋研究のように、本研究課題によって、世界で初めて、沿岸海域に適合した同化プロダクトが提供できる。

7：所要経費（499字/500字以内）

総額：72億円

平成 25-27 年度 10 億円/年

プロファイリング・フロート開発経費：5 千万円/年

フロート試作機：500 万円×10 基=5 千万円/年

船舶運航費：1500 万×中型船 5 隻+250 万×小型船 2 隻=8 千万円/年

レーダー購入：1500 万円×30 基=4 億 5 千万円/年

レーダー設置および保守：500万円×30基＝1億5千万円/年

新型レーダー開発：1千万/年

計算機使用料：3千万円/年

人件費：500万円×20人＝1億円/年

備品購入費(栄養塩自動分析装置, ADCP等観測機器, 計算サーバ)：2千万円

その他(旅費・消耗品・土地賃借料等)：6千万円

平成28-34年度 6億円/年

フロート購入：100万円×100基＝1億円/年

船舶運航費：2000万×中型船5隻+500万×小型船2隻＝1億1千万円/年

レーダー保守：100万円×90基＝9千万円/年

レーダー補充機材等：1千万/年

計算機使用料：3千万円/年

人件費：500万円×30人＝1億5千万円/年

備品購入費(栄養塩監視装置、ADCP等観測機器, 計算サーバ)：5千万円

その他(旅費・消耗品・土地賃借料等)：6千万円

8：年次計画 (792字/800字以内)

平成25-27年度 システムの開発および構築

① プロファイリング・フロート等の新観測システム開発

フロートは沿岸漁業との共存を考えた小型で、安価かつ大量に供給できる設計とする。年間で5-10基の試作機を製作し、実海域での実証実験を行う。水温・塩分センサーに加え、溶存酸素など生化学センサー搭載機の開発も並行する。

② 海洋レーダー網の構築

年間で30か所程度にレーダーサイトの設置を進める。コンパクトな新型レーダーの開発に取り組む。地域住民に対して、設備の解説を兼ねた「海のサイエンスカフェ」を開催する。

③ 同化プロダクトの構築

格子幅100m程度の同化プロダクト構築に耐える海洋循環数値モデルや、水深や海上風等の入力データを準備する。

④ 同化プロダクトの利用準備

高解像度の海洋生態系モデルや、あるいは栄養塩モニタリング体制を整備する。

平成28-31年度 システムの試験的運用

① プロファイリング・フロートの多数展開

現業機関との十分な調整の上、全国の沿岸海域でフロート投入とデータ取得・解析を進める。

② 海洋レーダー網の運用

レーダーサイトから沖合100km程度までの海面流速分布の計測とデータ解析を進める。近隣の海流分布を教材に、各サイト周辺でサイエンスカフェを継続する。

③ 同化プロダクトの提供

上記観測データを利用した同化プロダクトの作成を行う。また、プロダクトを九州大に集約させ、統計的に合体させて、海況の最高推計値を得る(マルチモデルアンサンブル)。

④同化プロダクトの利用

プロダクトを利用して、海況解析や短期予報、さらには温暖化後の沿岸海域の応答研究、あるいは物質循環解析や生態系短期予報等の沿岸海洋学全般を推進する。

平成 32-34 年度 システムの現業的運用

上記の研究と並行して、同化プロダクトを継続運用できる体制へ移行すべく、関連現業機関への全システムの移譲を進めていく。

9：主な実施機関と実行組織 (784 字/800 字以内)

【統括】 愛媛大

【サブテーマ①：プロファイリング・フロートの開発と運用】 愛媛大, 北海道大, 東京海洋大, 香川大, 広島大, 長崎大, 鹿児島大, 民間委託など

代表機関は愛媛大(沿岸環境科学研究センター(CMES))である。プロファイリング・フロート等の漂流型自動観測ロボットの開発に取り組む。大量生産が可能であるよう、開発は当初より産学連携体制で行う。自動観測ロボットの開発に実績のある国内メーカーを選定し、実験機の開発から大量生産へと研究期間中で移行する。研究者は、基本設計に参加すると共に、船舶を利用したの投入や実証実験、および同化プロダクト精度検証用のデータ収集を行う。

【サブテーマ②：海洋レーダー網の構築】九州大, 北海道大, 国土交通省国土技術政策総合研究所, 名古屋大, 琉球大など

代表機関は九州大(応用力学研究所(RIAM))である。我が国の沿岸海域を網羅するようレーダーの配置と担当機関を決め、レーダーの設置、データ伝送のネットワーク化、取得データ処理、さらに新型レーダーの開発を行う。国総研はレーダーを利用した津波検知システムの構築も行う。

【サブテーマ③：同化プロダクトの構築と提供】九州大, 海洋研究開発機構, 気象研究所など

代表機関は九州大である。サブテーマ参加機関で上記観測データと力学モデルを融合し、それぞれ同化プロダクトを作成する。各プロダクトを九州大に集約させ、マルチモデルアンサンブルによって統合化する。ポスト京(エクサスパコン)も積極的に活用する。

【サブテーマ④：同化プロダクトの利用】愛媛大, 産業技術総合研究所, 東京大, 上記の全機関など

代表機関は愛媛大である。同化プロダクトを無償提供し、海況解析や短期予報、さらには温暖化後の沿岸海域の応答研究、あるいは同化プロダクトを用いた海洋生態系の短期予報や、物質循環研究を推進する。

10：これまでの準備状況 (792 字/800 字以内)

愛媛大では、自律昇降機能を持たないものの、衛星追尾型の小型漂流フロートを民間企業と共同で開発し、瀬戸内海での多数投入実験を行った(運営交付金(概算要求経費)、環境省環境研究総合推進費(平成 22-24 年度))。また、北海道大は、漂流型ではないものの、民間企業と共同でプロファイリング・フロートの開発を進めている(運営交付金)。さらに、外洋のプロファイリング・フ

ロートは既に確立した技術であって、これらを援用する本研究計画でのフロート開発(サブテーマ①)は(3)の段階にある。

海洋レーダーによる海流観測は成熟度の高い技術であり、国総研(国交省予算、環境省地球環境研究総合推進費(平成 19-21 年度))、九州大(運営交付金)、北海道大(運営交付金)等にて設置運用に実績を上げてきた。総じて、省スペース化やネットワーク化による海洋レーダー網の構築(サブテーマ②)は(4)の前半段階にある。

本研究計画では、既に運用を開始した JCOPE2、DREAMS、MOVE 等の先行プロダクトを沿岸用に高解像度化する。先行プロダクトの開発は、各研究機関の運営交付金以外に、文科省科学技術振興調整費(九州大：平成 14-18 年度)、科研費/若手研究 A(九州大：平成 21-24 年度)等の助成を受けた。同化プロダクトの構築と提供(サブテーマ③)は(3)の段階にある。

同化プロダクトの利用を推進するサブテーマ④は、本研究計画の執行前に段階を評価できない。ただ、サブテーマ実施機関の一つである東京大は、文科省/東北マリンサイエンス拠点形成事業の副代表機関として、震災復興を目指した沿岸海域の観測および海洋循環数値モデルの高度化に取り組んでいる。東北に特化した同事業と、全国展開する本研究計画は、沿岸海洋科学の重点化に相補的であり、東京大を仲介に有機的な連携が可能である。

以上、総じて本研究計画は段階(3)~(4)にある。

1 1 : 科学者コミュニティの合意状況等 (496 字/500 字以内)

日本海洋学会では、評議会・総会での承認を経て将来構想委員会を組織し、一年間にわたって本研究計画の策定に関する議論を進めてきた。議論の内容は報告書「海洋学の 10 年展望」にまとめられ、学会員に学会メーリングリスト(ML)、およびウェブサイトを通して公開された(2013 年 1 月 16 日)。公開に際して、報告書に対してのパブリックコメントを学会員に募り、これらに応じて必要な改訂がなされた (http://kaiyo-gakkai.jp/jos/archives/jos_announce/2957)。本申請書に記載した計画概要は、改訂後の報告書第 2 節「沿岸」に記載された内容に沿っている。さらに、本申請書自体も、学会 ML を通して会員に公開され(3 月 8 日)、再びパブリックコメントを募集した。コメントへの対応は、2013 年度海洋学会春季大会期間中に開催されたシンポジウム「海洋学の 10 年後を考える」(3 月 21 日)において解説され、関連する議論が行われた。以上の合意形成に関する手続きを経た本提案は、まぎれもなく日本海洋学コミュニティの総意であり、本研究計画の遂行には、当学会が総力を上げて取り組んでいく。

1 2 : 他の学術研究分野への波及効果 (499 字/500 字以内)

栄養塩を自動分析装置等で高密度にモニターし、さらに同化プロダクトでハイビジョン化された背景流を参照すれば、沿岸海域における物質循環(栄養塩フロー)の解析もまたハイビジョン化される。これによって、陸域負荷や外洋から沿岸海域を経て、海底堆積物に至るまでの物質循環を、シームレスに追跡できる。これを検証データとして数値生態系モデルを高度化することで、ノリやカキなどの無給餌養殖生物、動物プランクトン等の水産重要魚類の餌料生物、有毒藻類、赤潮生物などを対象とした、沿岸生態系の数値予報に挑戦できる。経験則に頼らない新たな漁況予報に道を拓く本研究計画は、水産学分野に対する寄与が大きい。また、100m 程度の解像度を持つ同化プロダクトは、これを境界条件にした更に高解像度の海洋循環数値モデルに接続できる。例

えば、数 m 程度の高解像度で、かつ同化プロダクトが担保する現実的な海潮流分布のもと、港湾周辺の流動解析や、海洋構造物に作用する流体力解析、あるいは潮汐・潮流発電の適地選定や効率解析が可能になる。このとき、同化プロダクトは、海岸工学や船舶海洋工学等の幅広い工学分野にとって、欠くべからざる学術的基盤となるだろう。

1 3 : 社会的価値 (500 字/500 字以内)

3.11 の原発事故で海に放出された放射性核種の拡散予測に、海洋循環数値モデルは多大な貢献をした。ただし、それは同化プロダクト整備が進む外洋に限られており、沿岸海域での予測には、モデルによって大きな違いが生じた(日本海洋学会震災特別サイトを参照)。沿岸海域に同化プロダクトがない現況では、たとえ今後と同様の事故があっても、我々は生活圏に隣接した海域の汚染状況を国民に速報できない。本研究計画が提供する同化プロダクトは、汚染物質の拡散予測のみならず、海難者の捜索や船舶航行の障害となる大型浮遊物の漂流予測にも利用できる。なお、本研究計画で開発するプロファイリング・フロートや、一部の海洋循環数値モデルは国産とする。新技術が世界に遍在する沿岸海域で有用である以上、世界的な需要が見込めるだろう。さらに、文字通り水も漏らさぬ体制で国土を囲む海洋レーダーは、津波監視にも威力を発揮する「電波の防波堤」である。沖合での海面流速の変調は津波到達の十数分前に検知され、周辺市民に警報を発信する。また、レーダーで得た海流情報等を教材に、次代の海洋学を担う人材を「海のサイエンスカフェ」など社会連携活動を通して育成する。

1 4 : 共同利用体制 (497 字/500 字以内)

我が国の海洋学コミュニティに属する大学や関連機関に、希望に応じてプロファイリング・フロートや移動型高分解能レーダーを無償供与し、それぞれの学術的興味に沿った集中観測を、当研究計画が積極的に支援する。一方で、フロートの投入に対しては、当研究計画の実施機関のみならず、各大学や関連機関が、それぞれの状況に応じた最大限の便宜を図る。フロートやレーダーによって収集された海況データは、品質管理を経た後、本研究計画が管理するウェブサイトにて公開される。サブテーマ③参加機関が作成した各同化プロダクトや、九州大でのマルチモデルアンサンブルで作成された統合同化プロダクトも、同じサイトからのアクセスを可能にする。すべてのデータは、教育・研究目的であれば利用者に無償供与される。本研究計画に参加する海洋物理・化学・生物学研究者のみならず、水産学分野や工学分野など幅広い領域の研究者や、場合によっては一般市民の利用が想定される。フロートのデータを管理する CMES と、レーダーや同化プロダクトの管理を行う RIAM には、特にデータ配信にあたる人員を配置し、ユーザの要望に応じたデータの提供に、きめ細やかな便宜を図る。

1 5 : 国際協力・国際共同 (498 字/500 字以内)

現在、政府間海洋学委員会(IOC)の西太平洋地域委員会(WESTPAC)では、東南アジア各国における沿岸海域の環境管理を重点課題においている。同化プロダクトでハイビジョン化した沿岸海況情報をもとに、栄養塩の管理等を行う「日本モデル」が、IOC/WESTPAC の推進する事業に大きく貢献するだろう。併せて、IOC の世界海洋観測システム(GOOS)の地域版である北東アジア

地域 GOOS(NEAR-GOOS)に直接寄与する。それ以外にも、本研究課題による沿岸・陸棚海域の詳細かつ高精度の海況情報は、国際科学会議の海洋研究科学委員会が推進する国際研究プロジェクト「GEOTRACES」が目指す、超微量元素や同位体の検出に基づく海洋循環の解明を大きく進展させる可能性を有する。さらに、海洋データ同化研究とその利用を統合的に推進する GODAE Ocean View project においても、特にサブテーマ③は、沿岸陸棚域の研究部会(COSS-TT)に大きく貢献する。このように、国際的に重要課題となっている沿岸海域の管理という課題に対し、本課題は我が国の沿岸海洋学が主導的役割を果たす道を拓くものである。

16：補足説明資料（図表、ポンチ絵など）の送付

必要であれば、補足の説明資料（図表、ポンチ絵など）を送付してください。ただし、A4サイズ2頁（厳守）のPDFファイル形式で、メールの件名を「計画タイトル（日本語）（※項目2と同じ）」としてお送りください。 **送付先**：g.sanjikanshingi@cao.go.jp

構想中

【提案者について】

応募をしていただいた方（提案者）の連絡先をご記入ください。

なお、学術大型研究計画の提案は、(i)研究・教育機関の長または部局長等、(ii)日本学術会議会員、連携会員、(iii)学協会長等、が行うことができます。

（以下、略）

【推薦者について】

推薦者1～3をすべてご記入ください。会員もしくは連携会員3名以上（会員1名を含むこと）による推薦が必要です。

（以下、略）